



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 195 36 803 A 1

⑮ Int. Cl. 6:
B 22 C 5/18

DE 195 36 803 A 1

⑳ Unionspriorität: ⑳ ⑳ ⑳
30.09.94 JP 261147/94 15.06.95 JP 148736/95

⑷ Erfinder:
Suginaka, Takashi, Hiroshima, JP; Kimura,
Toshisaburo, Hiroshima, JP

⑵ Anmelder:
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP
⑶ Vertreter:
Müller-Boré & Partner, 81671 München

⑷ Verfahren und Vorrichtung zum Regenerieren von Formsand

⑸ Wiedergewonnener Formsand wird regeneriert durch Einleiten von wiedergewonnenem Formsand in einen Vakuumknettank, Hinzufügen von Wasser und Bindemittel zum wiedergewonnenen Sand und Kneten des wiedergewonnenen Sandes unter Vakuum. Ein Sollfestigkeitswert des regenerierten Sandes wird festgelegt und die zum wiedergewonnenen Sand hinzuzufügende Wassermenge wird auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten im Vakuumknettank gesteuert, so daß regenerierter Sand des Soll-Festigkeitswerts erhalten wird.

DE 195 36 803 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Feld der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regenerieren von wiedergewonnenem Formsand unter Verwendung eines Vakuumknettanks.

Beschreibung des Standes der Technik

Wie im Stand der Technik bekannt ist, wird Formsand in einer Naßform-Abformungslinie zum Formen einer Naßgußform geknetet und in eine Gußform geformt, wobei die Gußform nach dem Gießen zerbrochen wird, der Formsand wiedergewonnen und der wiedergewonnene Sand mit frischem Sand wieder geknetet wird, bei welcher soweit wie erforderlich hinzugefügt wird, um zum Formen einer weiteren Form verwendet zu werden. Somit wird Formsand wiederholt regeneriert und verwendet.

Der wiedergewonnene Sand, der durch Zerbrechen einer Gußform nach dem Gießen erhalten wird, liegt zum Zeitpunkt der Wiedergewinnung in einer wesentlich erhöhten Temperatur vor und die Temperatur des regenerierten Sandes wird zu hoch, wenn der wiedergewonnene Sand, so wie er ist, geknetet wird.

Folglich wird der wiedergewonnene Sand herkömmlicherweise auf eine vorgegebene Temperatur (im allgemeinen auf eine Temperatur, die nicht höher ist als 40°C) in einem Sandkühler abgekühlt und dann einem Knettank zugeführt.

Kürzlich wurde ein Vakuumknettank, in welchem Formsand unter einem vorgegebenen Vakuumgrad geknetet wird, in einige Grünstanzform- bzw. Grünform- bzw. Naßform-Abformungslinien eingeführt und in der Praxis eingesetzt.

Wenn ein derartiger Vakuumknettank verwendet wird, kann heißer Formsand (z. B. um 40° bis 70°C) schnell auf eine vorgegebene Temperatur gekühlt werden, die nicht höher ist als 40°C.

Das heißt, daß beim Kneten von Formsand und beim Formen einer Grünstanzform- bzw. Grünform- bzw. Naßgußform normalerweise heißer wiedergewonnener Sand, falls nötig zusammen mit frischem Sand in einen Knettank eingeführt und mit Bentonit (als Bindemittel) und einer vorgegebenen Wassermenge geknetet wird. Wenn ein Vakuumknettank als Knettank verwendet wird, wird die Siedetemperatur von Wasser aufgrund des reduzierten Drucks im Vakuumknettank abgesenkt und folglich wird ein Teil des Wasser (das später beschriebene Kühlwasser), welches dem Formsand hinzugefügt ist, verdampft, wobei es der Umgebung (z. B. dem Sand) Verdampfungslatentwärme entzieht, wodurch der Sand im Tank schnell auf eine vorgegebene Temperatur abkühlt.

Die Menge des dem Formsand im Vakuumknettank hinzugefügten Wassers wird als die Summe von Wasser bestimmt, welches erforderlich ist, um den Wassergehalt im gekneteten Formsand auf einem vorbestimmten Wert (Befeuchtungswasser) zu halten, und des Wassers, welches erforderlich ist, um den wiedergewonnenen Sand auf die vorgegebene Temperatur abzukühlen (Kühlwasser). Der Teil des Wassers, welches im Knettank verdampft wird, entspricht dem Kühlwasser.

Die Wassermenge, die in den Knettank eingeleitet

wird, wird so gesteuert, daß die Qualität des gekneteten Sandes (wiedergewonnener Sand) gewährleistet ist und eine vorgegebene Sandfestigkeit (das ist der Druckwiderstand der Naßform, die mittels des wiedergewonnenen Sandes geformt ist) wird erhalten. Es ist bekannt, daß eine vorgegebene Beziehung zwischen dem Wassergehalt des Sandes und dem Druckwiderstand besteht, soweit die Identität des Sandes dieselbe ist, und herkömmlicherweise wird der Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes gemessen und die hinzugefügte Wassermenge wird so gesteuert, daß der Wassergehalt des gekneteten Sandes auf der Basis des gemessenen Wassergehaltes des wiedergewonnenen Sandes gemäß dieser Beziehung konstant wird.

Der Wassergehalt im Formsand nach dem Kneten (regenerierter Sand) kann in einen abgesetzten Anteil, welcher einfach auf der Oberfläche von Sandpartikeln abgesetzt ist, und in einen absorbierten Anteil aufgeteilt werden, welcher in die Kristallschicht des Bentonits ein dringt. Das absorbierte Wasser in der Kristallschicht ist weniger zum Verdampfen geeignet und verbessert die Wasserspeicherung des Formsandes. Weiterhin spielt das absorbierte Wasser eine Rolle beim Aktivieren des Bentonits und bei der Unterstützung des Aufbaus der Sandfestigkeit (das ist der Druckwiderstand der Naßform, die mit dem wiedergewonnenen Sand geformt worden ist) und gleichzeitig bei der Erhöhung der endgültigen Sandfestigkeit.

Unsere Untersuchung der Beziehung zwischen dem Wassergehalt des regenerierten Sandes nach dem Kneten, der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes und dem Druckwiderstand einer Grünform bzw. Naßform hat ergeben, daß eine Naßform, die aus Gußsand geformt ist, welcher unter Vakuum geknetet worden ist, einen höheren Druckwiderstand bildet als jene, die aus Gußsand geformt ist, welcher unter einem atmosphärischen Druck geknetet worden ist, und daß gleichzeitig der Druckwiderstand einer Naßform, welche aus unter Vakuum geknetetem Formsand geformt worden ist, ansteigt, wenn die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes für einen gegebenen Wassergehalt des regenerierten Sandes nach dem Kneten ansteigt.

Fig. 5 zeigt die Beziehung zwischen dem Druckfestigkeit bzw. Druckwiderstand der Grünstanz- bzw. Naßform, die aus Formsand geformt ist, welcher im Vakuumknettank geknetet worden ist, und dem Wassergehalt im Formsand. Die Linien A und B zeigen die Beziehungen für die Naßformen, die jeweils aus regenerierten Formsandmassen geformt worden sind, welche durch Kneten von wiedergewonnenen Sandmassen unter 25°C bzw. 65°C mit denselben Anteilen von Bentonit im Vakuumknettank erhalten worden sind. Die Linien C und D zeigen dieselben Beziehungen für die Naßformen, die jeweils aus regenerierten Formsandmassen geformt worden sind, welche durch Kneten von wiedergewonnenen Sandmassen unter 25°C bzw. 65°C mit denselben Anteilen von Bentonit unter einem atmosphärischen Druck erhalten worden sind. Wie aus Fig. 5 zu verstehen ist, ist die Naßform aus dem gekneteten wiedergewonnenen Sand bei 65°C von höherem Druckwiderstand als jene aus dem gekneteten wiedergewonnenen Sand mit 25°C, wenn der wiedergewonnene Sand unter Vakuum geknetet wird. Es wird derzeit angenommen, daß dies daran liegt, daß ein größerer Betrag an Dampf im Knettank erzeugt wird, da die hinzuzufügende Menge Wasser mit dem Temperaturanstieg des wiedergewonnenen Sandes ansteigt, und eine größere Wassermenge in die Kristallschicht des Bentonits eindringt,

wodurch die Aktivierung des Bentonits stärker gefördert wird.

Wenn folglich die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes als ein Faktor zur Steuerung des Anteils des in den Vakuumknettank hinzuzufügenden Wassers verwendet wird, kann die Qualität des regenerierten Sandes besser stabilisiert werden.

Da weiterhin der Druckwiderstand der Naßform erhöht wird, wenn die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes ansteigt, kann ein gewünschter Druckwiderstand (bzw. Druckfestigkeit) der Naßform durch einen reduzierten Anteil von Binder (Bentonit) gewährleistet werden, wenn die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes ausreichend hoch ist. Wenn die Bentonitmenge reduziert wird, kann die Naßform zu geringeren Kosten hergestellt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

Im Lichte der vorstehenden Betrachtungen und der vorstehenden Beschreibung ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Regenerieren von wiedergewonnenem Sand, bei welchem die Qualität von erhaltenem regeneriertem Sand besser stabilisiert werden kann, sowie eine Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens und insbesondere ein Verfahren zum Regenerieren von wiedergewonnenem Sand, welches es ermöglicht, eine Naßform zu niedrigeren Kosten herzustellen und eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens zu schaffen.

In Übereinstimmung mit einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Regenerieren von Formsand geschaffen, welches die Schritte aufweist: Einleiten von wiedergewonnenem Sand in einen Vakuumknettank, Hinzufügen von Wasser und Binder zum wiedergewonnenen Sand und Kneten des wiedergewonnenen Sandes, wobei die Verbesserung die folgenden Schritte aufweist: Vorgeben eines Soll-Festigkeitswerts bzw. Ziel-Festigkeitswerts bzw. Sollwiderstandswertes des regenerierten Sandes und Steuern der Wassermenge, die dem wiedergewonnenen Sand hinzuzufügen ist, auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten im Vakuumknettank, so daß regenerierter Sand des Soll-Festigkeitswerts erhalten wird.

Frischer Sand kann zum wiedergewonnenen Sand, so weit erforderlich, hinzugefügt werden, und wenn frischer Sand zum wiedergewonnenen Sand hinzugefügt wird, sollte der Ausdruck "der wiedergewonnene Sand vor dem Kneten" so weit interpretiert werden, daß er das Gemisch aus dem wiedergewonnenen Sand und dem frischen Sand umfaßt.

In einer Ausführungsform wird die Wassermenge, die zum wiedergewonnenen Sand hinzuzufügen ist, auf der Grundlage von Daten über das Verhältnis zwischen dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes und der Festigkeit des regenerierten Sandes, von Daten über die Beziehung zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten und der Menge von Kühlwasser, die erforderlich ist, um den wiedergewonnenen Sand auf eine Ziel- bzw. Soll-Kühltemperatur abzukühlen, und dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten gesteuert.

In Übereinstimmung mit einem zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine Formsand-Regeneriervorrichtung zur Ausführung des Verfahrens des ersten Gesichtspunkts vorgesehen. Die Formsand-

Regeneriervorrichtung weist auf: einen Vakuumknettank zum Kneten von wiedergewonnenem Sand unter einem Vakuum eines vorgegebenen Grades, ein Zuführsystem für wiedergewonnenen Sand zum Zuführen einer vorgegebenen Menge von wiedergewonnenem Sand in den Vakuumknettank, ein Bindemittel-Zuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Bindemittelmenge, ein Wasserzuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Wassermenge in den Vakuumknettank, ein Temperaturerfassungsmittel zum Erfassen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, ein Wassergehalterfassungsmittel zum Erfassen des Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, und ein Steuermittel, welches die Wasserzufluhr zum Vakuumknettank mittels des Wasserzuführsystems auf der Grundlage von Daten über die Beziehung zwischen dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes und der Festigkeit des regenerierten Sandes, Daten über die Beziehung zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten und der Kühlwassermenge, die erforderlich ist, um den wiedergewonnenen Sand auf eine Soll-Kühltemperatur abzukühlen und dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten steuert.

In Übereinstimmung mit dem ersten und zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung kann die Temperatur des Formsandes (hauptsächlich wiedergewonnener Sand) im Mischer vor dem Kneten unter Vakuum als ein Faktor zum Steuern der hinzuzufügenden Wassermenge herangezogen werden, wodurch die Qualität des wiedergewonnenen Sandes stabilisiert werden kann im Vergleich mit dem herkömmlichen Verfahren, wo die hinzuzufügende Wassermenge einfach auf der Grundlage der Beziehung zwischen dem Wassergehalt und der Festigkeit des Sandes festgelegt wird. Im Ergebnis kann die Festigkeit der Gießform (Naßform) gleichförmiger gehalten werden, wodurch Fehler beim Gießen reduziert werden und die Maßgenauigkeit der Gußstücke verbessert werden kann.

In Übereinstimmung mit einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Regenerieren von Formsand geschaffen, bei welchem wiedergewonnener Sand und Binder in einem Vakuumknettank eingeleitet werden, Wasser zum wiedergewonnenen Sand und dem Binder hinzugefügt wird, und der wiedergewonnene Sand unter Vakuum im Knettank geknetet wird, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß die hinzuzufügende Wassermenge auf der Grundlage der Temperatur und des Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes gesteuert wird, und daß die hinzuzufügende Bindermenge auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes gesteuert wird.

Insbesondere weist das hinzuzufügende Wasser Knetwasser zum Aufrechterhalten des Wassergehalts des Formsandes nach dem Kneten unter Vakuum auf einen vorgegebenen Wert und Kühlwasser zum Kühlen des wiedergewonnenen Sandes auf, und die Menge des Kühlwassers wird auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes gesteuert.

In Übereinstimmung mit einem vierten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Formsand-Regeneriervorrichtung zum Ausführen des Verfahrens des dritten Gesichtspunkts geschaffen. Die Formsand-Regeneriervorrichtung weist folgende Merkmale auf: einen Vakuumknettank zum Kneten von wiedergewon-

nenem Sand unter einem Vakuum eines vorgegebenen Grades, ein Zuführsystem für wiedergewonnenen Sand zum Zuführen einer vorgegebenen Menge von wiedergewonnenem Sand zum Vakuumknettank, ein Bindemittelzuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Bindmittelmenge, ein Wasserzuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Wassermenge zum Vakuumknettank, ein Temperatur erfassungsmittel zum Erfassen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, ein Wassergehalterfassungsmittel zum Erfassen des Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, und ein Steuermittel, welches das Wasserzuführsystem steuert, um Wasser in einer Menge zuzuführen, die auf der Grundlage der Temperatur und des Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten unter Vakuum bestimmt wird, welche mittels des Temperatur erfassungsmittels und des Wassergehalterfassungsmittels erfaßt worden sind, und welches das Bindemittelzuführsystem steuert, um das Bindemittel in einer Menge zuzuführen, die auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten unter Vakuum bestimmt wird, welche vom Temperatur erfassungsmittel erfaßt wird.

Ein gewünschter Druckwiderstand der Naßform kann durch einen geringeren Anteil an Bindemittel erhalten werden, da die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes, wie oben beschrieben, ansteigt. Somit wird bei den dritten und vierten Gesichtspunkten der vorliegenden Erfindung die Beziehung zwischen der Bindemittelmenge und der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes zum Erhalten einer gewünschten Festigkeit der Naßform im voraus erhalten und die hinzuzufügende Bindemittelmenge wird gemäß der Beziehung auf der Grundlage der erfaßten Temperatur des wiedergewonnenen Sandes bestimmt. Wenn die Bindemittelmenge reduziert wird, kann die Naßform zu geringeren Kosten hergestellt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Formsand-Regenerierungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht, die den Vakummischer und die Wasserzuführung in der Vorrichtung zeigt,

Fig. 3 ist ein Zeitdiagramm zum Darstellen der Arbeitsweise der Vorrichtung,

Fig. 4 ist eine Kurve, die das Verhältnis zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes und der Kühlwassermenge zeigt,

Fig. 5 ist eine Kurve, die das Verhältnis zwischen dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes und dem Druckwiderstand der Naßform zeigt, und

Fig. 6 ist eine schematische Ansicht, die eine Formsand-Regenerationsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

In Fig. 1 umfaßt eine Formsand-Regenerierungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Vakummischer 1, welcher wiedergewonnenen Sand unter einem Vakuum

eines vorgegebenen Grades kneten kann, ein Dosierrichter bzw. Dosiergerät 2 zum Einleiten vorgegebener Mengen von wiedergewonnenem Sand und Bindemittel (z. B. Bentonit), (und, falls gewünscht, frischem Sand) in den Vakummischer 1 und in Wasserzuführsystem 10 zum Zuführen einer vorgegebenen Wassermengen in den Vakummischer 1.

Obwohl dies nicht im Detail gezeigt ist, ist das Dosiergerät 2 verbunden mit einer Wiedergewinnungsstation, welche Formsand durch Zerbrechen einer Sandform nach dem Guß in einer Naßform-Abformungslinie wiedergewinnt, mit einem Bentonit-(Bindemittel)-Zuführsystem zum Zuführen von Bentonit und mit einer Frischsand-Zuführstation zum Zuführen von frischem Sand über ein Transfermittel, wie einer Transporteinrichtung oder einer Zuführeinrichtung.

Das Wasserzuführsystem 10 umfaßt ein Wassermeßgerät 11 zum Messen der in den Vakummischer 1 zuführenden Wassermenge, eine Zuführpumpe 12, welche Wasser unter Druck aus einem Kondensator 13 zum Vakummischer 1 über eine Zuführleitung Ls schickt, und eine Umläppumpe 14, welche Wasser, das durch eine Rückführleitung Lr zum Kondensator 13 zurückgeführt worden ist, durch einen Wärmetauscher 15 leitet, der mit einem Kühlurm 16 verbunden ist, und dasselbe zum Kondensator 13 zurückführt und Wasser, das in einer im wesentlichen konstanten Temperatur gehalten wird, zum Vakummischer 1 zuführt.

Erste und zweite Wassersteuerventile 18 und 19 sind stromabwärts des Wassermeßgeräts 11 vorgesehen. Das erste Wassersteuerventil 18 dient zum Zuführen von Befeuchtungs- oder Knetwasser in den Vakummischer 1 als Primärwasser, um den Wassergehalt des Formsandes nach dem Kneten (regenerierter Sand) auf einem vorgegebenen Wert zu halten. Das zweite Wassersteuerventil 19 dient zum Zuführen von Kühlwasser in den Vakummischer 1 als Sekundärwasser zum Kühlen des wiedergewonnenen Sandes mit einer angehobenen Temperatur. Die in den Vakummischer 1 zuzuführende Wassermenge wird durch sowohl das erste als auch durch das zweite Wassersteuerventil 18 bzw. 19 gesteuert.

Ein Vakuumkanal 21, der mit einem Vakuum-Abschaltventil 22 in einem mittleren Bereich versehen ist, ist an seinem einen Ende mit dem Vakummischer 1 und an seinem anderen Ende über den Kondensator 13 mit einer Vakuumpumpe 23 verbunden. Wenn die Vakuumpumpe 23 bei geöffnetem Vakuumabschaltventil 22 in Betrieb ist, wird das Innere des Vakummischers 1 auf ein Vakuum von einem vorgegebenen Grad evakuiert. Ein Belüftungsventil 26 zum Einleiten von atmosphärischem Druck in den Vakummischer 1 ist mit dem Vakummischer 1 verbunden, und wenn das Belüftungsventil 26 geöffnet wird, wird das Vakuum im Inneren des Vakummischers 1 nahezu augenblicklich abgebaut.

Ein FK-Sensor 5 zum Erfassen der Temperatur und des Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes, welcher in den Vakummischer 1 eingeleitet wird, ist in den Vakummischer 1 eingesetzt. Der FK-Sensor 5 ist mit einer Steuereinheit 30 (Fig. 2) zum Steuern der Formsand-Regenerierungsvorrichtung verbunden und leitet ein Erfassungssignal in die Steuereinheit 30 ein.

Die Steuereinheit 30 kann z. B. einen Mikrocomputer und eine Lastmeßdose bzw. Kraftmeßdose 11a im Wassermeßgerät 11 enthalten, und die Wassersteuerventile 18 und 19 sind mit der Steuereinheit 30 verbunden, zusätzlich zum FK-Sensor 5. Ein von der Kraftmeßdose 11a erfaßtes Signal wird in die Steuereinheit 30 eingelegt.

tet und Steuersignale werden von der Steuereinheit 30 an die Wassersteuerventile 18 und 19 abgegeben.

Obwohl dies nicht im einzelnen gezeigt ist, werden unterschiedliche Signale wie ein Erfassungssignal von einer Kraftmeßdose im Dosiergerät 2, ein Wassertemperatursignal welches die Temperatur des Wassers in der Zuführung Ls des Wasserzuführsystems 10 wieder gibt und ähnliches weiterhin in die Steuereinheit 30 eingeleitet, und unterschiedliche Steuersignale werden an die Ventile wie das Vakuumabschaltventil 22 und das Belüftungsventil 26, und an die Instrumente, wie die Zuführpumpe 12 und die Vakuumpumpe 23, von der Steuereinheit 30 abgegeben.

Der Betrieb der Formsand-Regeneriervorrichtung dieser Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf das in Fig. 3 gezeigte Flußdiagramm nachfolgend beschrieben.

Gemäß dem Steuersignal aus der Steuereinheit 30 wird eine vorgegebene Menge heißen wiedergewonnenen Sandes in das Dosiergerät 2 aus der Formsandwiedergewinnungsstation (nicht gezeigt) zugeführt und frischer Sand wird in das Dosiergerät 2 aus der Frischsand-Versorgungsstation (nicht gezeigt) nach Bedarf zugeführt. Weiterhin wird eine vorgegebene Menge Bentonit in das Dosiergerät 2 aus dem Bentonit-Zuführsystem (nicht gezeigt) zugeführt. Der wiedergewonnene Sand und der Bentonit werden für eine vorgegebene Zeit im Vakummischer 1 vorgemischt. Zu dieser Zeit ist das Innere des Vakummischers 1 nicht evakuiert und wird noch auf einem Atmosphärendruck gehalten.

Nach dem Vormischen mißt der FK-Sensor 5 die Temperatur und den Wassergehalt des Sandes im Vakuum 1 und leitet ein die gemessene Temperatur und der Wassergehalt wiedergebendes Signal in die Steuereinheit 30.

Wie im Detail später noch beschrieben wird, führt die Steuereinheit 30 eine Berechnung aus, um einen Sollwassergehalt des regenerierten Sandes für eine vorgegebene Festigkeit des regenerierten Sandes auf der Grundlage der gemessenen Temperatur des Sandes vor dem Vakuumkneten festzulegen, wobei die hinzuzufügende Wassermenge auf der Grundlage des Sollwassergehalts und des Wassergehalts im Sand vor dem Vakummischer 1, welcher vom FK-Sensor 5 gemessen worden ist, zu berechnen und um die Wassermenge zuzuweisen, die als Primärwasser zum Kneten und als Sekundärwasser zum Kneten hinzuzufügen ist.

Auf der Grundlage der Berechnung wird die Primärwassermenge bestimmt, und die Steuereinheit 30 gibt entsprechend an das Primärwassersteuerventil 18, um es zu öffnen, die der Primärwassermenge entspricht.

Nachdem Ventile des Primärwassers werden Ventile 18 und 19, darüber, in Durchlässen, die zum Vakuum 1 führen, geschlossen, und das Vakuumabschaltventil 22 wird geöffnet. Dann wird die Vakuumpumpe 21 betrieben, um das Innere des Vakummischers 1 auf einen Vakuum eines vorgegebenen Grades (bei dieser konkreten Ausführungsform 74 hpa) zu evakuieren. Die Standardtemperatur von Wasser bei 74 hpa beträgt 40°C. Das wird mit dem Vakuumkneten begonnen.

Während des Vakuumknetens (vorzugsweise in der ersten Hälfte des Vakuumknetens) wird das Sekundärwasser zur Kneten eingeleitet. Das heißt, daß unter der Steuerung eines Steuersignals von der Steuereinheit 30 das Sekundärwasser-Steuerventil 19 für eine vorgegebene Zeit geöffnet und eine vorgegebene Sekundärwassermenge in den Vakummischer 1 eingeleitet wird. Wie

oben beschrieben worden ist, wird der Sand im Vakummischer 1 durch Verdampfung des Sekundärwassers schnell auf eine vorgegebene Temperatur (nicht höher als 40°C in dieser besonderen Ausführungsform) abgekühlt.

Nach dem Vakuumkneten wird das Vakuumabsperrventil 22 geschlossen, und das Belüftungsventil 26 wird geöffnet, wodurch das Innere des Vakummischers 1 wieder auf einen Atmosphärendruck gebracht wird. Dann werden die Schieberventile geöffnet und das Kneten wird für eine vorgegebene Zeit unter Atmosphärendruck durchgeführt. Danach wird regenerierter Sand, der in sich die vorgegebene Wassermenge enthält (d. h. von vorgegebener Festigkeit ist) durch einen Abführanschluß des Vakummischers 1 abgeführt, um zum Formen einer Gießform wiederverwendet zu werden.

Auf diese Weise ist ein Zyklus eines Regenerationsvorgangs durchgeführt worden. In dieser besonderen Ausführungsform beträgt die Zeit für einen Zyklus 180 Sekunden.

In dieser Ausführungsform wird die Menge hinzuzufügenden Wassers gesteuert durch Setzen eines Sollwassergehalts des regenerierten Sandes für eine vorgegebene Sollfestigkeit des regenerierten Sandes auf der Grundlage der gemessenen Temperatur des Sands (hauptsächlich von wiedergewonnenem Sand) im Vakummischer 1 vor dem Vakuumkneten, durch Berechnen der hinzuzufügenden Wassermenge auf der Grundlage des Sollwassergehalts und des Wassergehalts des Sandes vor dem Vakuumkneten, der vom FK-Sensor 5 gemessen worden ist, und durch Zuweisen der zum Primärwasser zum Kneten und zum Sekundärwasser zum Kühlen hinzuzufügenden Wassermenge, wie oben beschrieben worden ist.

Die Steuerung der hinzuzufügenden Wassermenge wird nachfolgend detaillierter beschrieben. In dieser Ausführungsform wird kein Frischsand beim Vakuumkneten hinzugefügt und nur wiedergewonnener Sand wird dem Dosiergerät 2 zugeführt.

Zunächst wird eine zu erhaltende Sollfestigkeit des regenerierten Sandes (das ist ein Soll-Druckwiderstand einer Naßform, die aus dem erhaltenen regenerierten Sand geformt worden ist) festgesetzt. In dieser Ausführungsform wird der Soll-Druckwiderstand auf 2,0 kgf/cm² gesetzt. Eigentlich ist ein Druckwiderstand von ungefähr 1,8 kgf/cm² ausreichend.

Für den Soll-Druckwiderstand wird ein Sollwassergehalt des zu erhaltenden regenerierten Sandes auf der Grundlage der Temperatur des Formsands im Vakummischer 1 vor dem Vakuumkneten festgelegt.

Das heißt, wie vorstehend in Verbindung mit Fig. 5 beschrieben worden ist, daß der Druckwiderstand einer Naßform, die aus unter Vakuum geknetetem Formsand gebildet worden ist, ansteigt, wenn die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes für einen vorgegebenen Wassergehalt regenerierten Sand nach dem Kneten ansteigt. Demzufolge kann der Sollwassergehalt des regenerierten Sandes nach dem Vakuumkneten entsprechend der gemessenen Temperatur des wiedergewonnenen Sandes festgesetzt werden, indem Daten, die ähnlich der in Fig. 5 gezeigten Kurve für unterschiedliche Temperaturen des Formsandes im Vakummischer 1 vor dem Kneten unter Vakuum (wiedergewonnener Sand) als Basisdaten genommen werden und indem die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes, die durch den FK-Sensor 5 gemessen wird, auf die Basisdaten bezogen wird, herangezogen werden. Der auf diese Weise gesetzte Sollwassergehalt wird in die Steuereinheit 30

eingegeben.

Anstatt den Sollwassergehalt einzugeben, ist es möglich, die Basisdaten in einem Speicher in der Steuereinheit 30 zu speichern und nur einen Soll-Druckwiderstand in die Steuereinheit 30 einzugeben, so daß die Steuereinheit 30 den Sollwassergehalt des regenerierten Sandes automatisch setzt, wobei die Temperatur des wiedergewonnenen Sandes, die vom FK-Sensor 5 gemessen wird, auf die in dem Speicher gespeicherten Basisdaten bezogen wird.

Die Steuereinheit 30 berechnet die gesamte in den Vakuummischer 1 hinzuzufügende Wassermenge auf der Grundlage des auf diese Weise gesetzten Sollwassergehalts des regenerierten Sandes und des Wassergehalts des Formsands im Vakuummischer 1 vor dem Kneten unter Vakuum, der vom FK-Sensor 5 gemessen wird.

Wenn die Kühltemperatur im Vakuummischer 1 oder der Grad des Vakuums während des Vakuumknetens festgesetzt wird, besteht eine gewissen Beziehung zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Vakuumkneten und der Menge des zur Kühlung hinzuzufügenden Sekundärwassers. Ein Beispiel der Beziehung ist in Fig. 4 gezeigt. Die Linie A in Fig. 4 zeigt die Beziehung für die Kühltemperatur von 40°C oder den Vakuumgrad von 74 hpa. Indem der gesetzte Wert der Kühltemperatur oder der Vakuumgrad verändert werden, wird eine Reihe von Kurven erhalten, die parallel zur Linie A sind.

Die hinzuzufügende Sekundärwassermenge wird gemäß der folgenden Gleichung berechnet (eine Energiegleichung vor und nach dem Kühlen).

$$P \cdot t + Ms \cdot Cps \cdot T1 + Mw, X1 \cdot Cw \cdot T1 + Mw, \Delta X \cdot Cw \cdot Tw + Mw, k \cdot Cw \cdot Tw = Ms \cdot Cps \cdot T2 + Mw, X2 \cdot Cw \cdot T2 + Mw, \Delta X \cdot Cw \cdot T2 + Mw, k \cdot \{Cw \cdot Tsa + \Delta Hv(Tsa)\} + Qab$$

In der Gleichung geben die entsprechenden Buchstaben folgendes wieder:

Kw: Mischerantriebskraft

P: auf den Mischermotor aufgebrachte Energie

t: Knetzeit

M: Gewicht des wiedergewonnenen Sandes

X1: Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes

Ms: Trockengewicht des wiedergewonnenen Sandes

[M · (1 - X1/100)]

Cps: spezifische Wärme des Sandes

T1: Temperatur des wiedergewonnenen Sandes

Mw, X1: Naßgewicht des wiedergewonnenen Sandes

[M · X1/100]

Cw: spezifische Wärme des Wassers

X2: Sollwassergehalt

Mw, ΔX: Gewicht des Knetwassers [X2/100 · M --

Mw, X1]

Tw: Temperatur des Knetwassers

Mw, k: Gewicht des Kühlwassers

T2: Solltemperatur des Sandes

Tsa: mittlere Verdampfungstemperatur [(T1 + T2)/2]

ΔHv: Verdampfungs-Latentwärme [Funktion der Verdampfungstemperatur]

Qab: Wärmedissipation aus dem Mischer

Somit kann die Menge an hinzuzufügendem Kühlwasser als Sekundärwasser auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes, die von FK-Sensor 5 gemessen wird, und den oben beschriebenen

Daten berechnet werden. Die Menge an hinzuzufügendem Knetwasser als Primärwasser wird auf der Grundlage der gesamten Menge des hinzuzufügenden Wassers und der Menge des Kühlwassers berechnet. Auf diese Weise kann die Gesamtwassermenge optimal dem Primärwasser und dem Sekundärwasser zugewiesen werden.

Wie aus der obigen Beschreibung zu verstehen ist, kann in Übereinstimmung mit der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Temperatur des Formsandes (wiedergewonnener Sand) im Mischer vor dem Kneten unter Vakuum als ein Faktor benutzt werden zur Steuerung der Menge des hinzuzufügenden Wassers, wodurch die Qualität des regenerierten Sandes stabilisiert werden kann im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren, wo die Menge des hinzuzufügenden Wassers einfach auf der Grundlage der Beziehung zwischen dem Wassergehalt und der Festigkeit des Sandes festgelegt wird. Als ein Ergebnis kann die Festigkeit der Gießform (Grünstanz- bzw. Naßform) gleichmäßiger gehalten werden, wodurch Gießfehler reduziert werden und die Maßgenauigkeit der Gußstücke verbessert werden kann.

Eine Formsand-Regeneriervorrichtung in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschrieben.

Die Formsand-Regeneriervorrichtung dieser Ausführungsform umfaßt einen Sandzuführer mit einem Vakuumknettank 101, einem Dosiergefäß 102 für wiedergewonnenen Sand, einem Vibrationszuführer 103, einem Frischsanddosiergerät 104, einem Schnecken- bzw. Schraubenförderer 105 und einem Sandmeßgerät 106 zum Messen von wiedergewonnenem Sand und Frischsand; einen Bentonitzuführer mit einem Bentonitdosiergerät 107, einem Schneckenförderer 108, einem Bentonitmeßgerät 109 und einem Drucktank 110; ein Wassermeßgerät 111, einen Temperatursensor 112, der im Vakuumknettank 101 vorgesehen ist, einen Wassergehaltsensor 113, der im Dosiergerät 102 für wiedergewonnenen Sand vorgesehen ist, und eine Betriebssteuerung 114, welche die Zuführer auf der Grundlage von Signalen des Temperatursensors 112 und des Wassergehaltsensor 113 steuert. M bezeichnet einen Antriebsmotor für jede Vorrichtung.

Die Kühlwassermenge ist proportional zur spezifischen Wärme des Sandes und wird auf Null gesetzt, wenn die Temperatur des zugeführten Sandes gleich der gesetzten Temperatur des Vakuumknettanks 101 ist (die Temperatur des Sandes nach dem Kneten, z. B. 40°C), und sie wird so festgelegt, daß sie ansteigt, wenn die Temperatur des zugeführten Sandes ansteigt. Die Bentonitmenge wird so festgelegt, daß sie ein Maximum aufweist, wenn die Temperatur des zugeführten Sandes gleich der gesetzten Temperatur des Vakuumknettanks 101 ist, und so, daß sie sich verringert, wenn die Temperatur des zugeführten Sandes ansteigt. Die Mengen an zuzuführendem Kühlwasser und Bentonit werden im voraus in die Betriebssteuerung 114 eingegeben. Wenn die Temperatur des zugeführten Sandes niedriger ist als die gesetzte Temperatur des Vakuumknettanks 101 wird die Kühlwassermenge auf Null gesetzt und die Bentonitmenge auf das Maximum gesetzt.

Der Betrieb der Gießsand-Regeneriervorrichtung dieser Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben. Zunächst wird heißer wiedergewonnener Sand zum Sandmeßgerät 106 aus dem Aufgabetrichter bzw. Dosiergerät 102 für wiedergewonnenen Sand durch den

Vibrationsförderer 103 zugeführt, und frischer Sand wird zum Sandmeßgerät 106 vom Frischsanddosiergerät 104 soweit erforderlich durch den Schneckenförderer 105 zugeführt unter der Steuerung eines Signals von der Betriebssteuerung 114. Das Gewicht des Sandes wird von einer Druckmeßdose 115 im Sandmeßgerät 106 gemessen, und das Meßsignal wird in die Betriebssteuerung 114 während der Messung eingegeben. Wenn das Gewicht des Sandes einen vorgegebenen Wert erreicht, hält die Betriebssteuerung 114 den Vibrationszuführer 103 und den Schneckenförderer 105 an. Der Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes wird vom Wassergehaltsensor 113 im Dosiergerät 102 für wieder gewonnenen Sand gemessen, und das Meßsignal wird in die Betriebssteuerung 114 eingegeben.

Danach wird der Sand im Sandmeßgerät 106 zum Vakuumknettank 101 gefördert und im Vakuumknettank unter einem atmosphärischen Druck vorgemischt. Die Temperatur des Sandes zu dieser Zeit wird vom Temperatursensor 112 gemessen und das Meßsignal wird in die Betriebssteuerung 114 eingegeben. Die Betriebssteuerung 114 berechnet die Wassermenge, die erforderlich ist, um den Wassergehalt des regenerierten Sandes nach dem Kneten auf einem vorgegebenen Wert zu halten, auf der Grundlage des gemessenen Wassergehalts des wiedergewonnenen Sandes und berechnet die Kühlwassermenge und die Bentonitmengen, die hinzuzufügen sind, auf der Grundlage der gemessenen Temperatur des Sandes. Dann werden die Gesamt wassermenge und die Bentonitmengen entsprechend dem Gewicht des Sandes berechnet.

Bentonit wird zum Bentonitmeßgerät 109 aus dem Bentonitdosiergerät 107 über den Schneckenförderer 108 zugeführt, und die Bentonitmengen wird von einer Kraftdose 116 unter der Steuerung eines Signals von der Betriebssteuerung 114 gemessen. Das Meßsignal wird in die Betriebssteuerung 114 während der Messung eingegeben, und wenn die Bentonitmengen den berechneten Wert erreicht, hält die Betriebssteuerung 114 den Schneckenförderer 108 an. Dann wird das Bentonit im Bentonitmeßgerät 109 zum Druckbehälter 110 übertragen und in den Vakuumknettank 101 durch das Sandmeßgerät 106 mittels Druckluft zugeführt.

Gleichzeitig wird Wasser zum Vakuumknettank 101 vom Wassermeßgerät 111 unter der Steuerung eines Signals aus der Betriebssteuerung 114 zugeführt.

Nachdem der Sand, das Bentonit und das Wasser in den Vakuumknettank 101 zugeführt worden sind, wird das Innere des Tanks evakuiert, und der Sand, das Bentonit und das Wasser werden für eine vorgegebene Zeit unter Vakuum geknetet. Danach wird das Innere des Vakuumknettanks 101 wieder auf einen atmosphärischen Druck zurückgeführt, und der regenerierte Sand wird zu einer Formgestaltungsmaschine geschickt.

Obwohl in der oben beschriebenen Ausführungsform eine Beziehung zwischen der Temperatur des Sandes und der Bentonitmengen festgesetzt wird und die Bentonitmengen direkt aus der gemessenen Temperatur des Sandes berechnet wird, da dann, wenn die Temperatur des Sandes ansteigt und der Kühlwasserbedarf ansteigt, der Bentonitbetrag reduziert werden kann, ist es möglich, eine Beziehung der Kühlwassermenge und der Bentonitmengen festzulegen und in die Betriebssteuerung 114 einzugeben, so daß die Kühlwassermenge auf der Grundlage der gemessenen Temperatur des Sandes und die Bentonitmengen auf der Grundlage der Kühlwassermenge berechnet werden.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform

kann die Bentonitmengen reduziert werden, während die Festigkeit einer Naßform, die aus dem regenerierten Sand gebildet worden ist, gewährleistet wird, wodurch die Kosten für die Herstellung der Grünstanz- bzw. Naßform reduziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regenerierung von Formsand mit den Schritten:

Einleiten von wiedergewonnenem Sand in einen Vakuumknettank, Hinzufügen von Wasser und Bindemittel zum wiedergewonnenen Sand und Kneten des wiedergewonnenen Sandes, wobei die Verbesserung die Schritte umfaßt:

Vorgeben eines Soll-Festigkeitswerts des regenerierten Sandes und Steuern der zum wiedergewonnenen Sand hinzuzufügenden Wassermenge auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten im Vakuumknettank, so daß regenerierter Sand mit dem Soll-Festigkeitswert erhalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die hinzuzufügende Wassermenge auf der Grundlage von Daten über die Beziehung zwischen dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes und der Festigkeit des regenerierten Sandes, von Daten über die Beziehung zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten und der zum Kühlen des wiedergewonnenen Sandes auf eine Sollkühltemperatur erforderlichen Kühlwassermenge und dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bindemittel Bentonit ist.

4. Formsand-Regeneriervorrichtung mit einem Vakuumknettank zum Kneten von wiedergewonnenem Sand unter einem Vakuum eines vorgegebenen Grades, einem Zuführsystem für wiedergewonnenen Sand zum Zuführen einer vorgegebenen Menge von wiedergewonnenem Sand zum Vakuumknettank, einem Bindemittelzuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Bindemittelmenge, einem Wasserzuführsystem (10) zum Zuführen einer vorgegebenen Wassermenge zum Vakuumknettank, einem Temperaturfassungsmittel zum Erfassen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, einem Wassergehalterfassungsmittel zum Erfassen des Wassergehaltes des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, und

einem Steuermittel, das die Wasserzufuhr zum Vakuumknettank aus dem Wasserzuführsystem steuert auf der Grundlage von Daten über die Beziehung zwischen dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes und der Festigkeit des regenerierten Sandes, Daten über die Beziehung zwischen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten und der erforderlichen Kühlwassermenge, um den wiedergewonnenen Sand auf eine Soll-Kühltemperatur abzukühlen, und dem Wassergehalt des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Vakuumkneten.

5. Verfahren zum Regenerieren von Formsand, bei welchem wiedergewonnener Sand und Bindemittel in einen Vakuumknettank eingeleitet wird, Wasser zum wiedergewonnenen Sand zum Bindemittel hinzugefügt wird und der wiedergewonnene Sand unter Vakuum im Vakuumknettank geknetet wird, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß die hinzuzufügende Wassermenge auf der Grundlage der Temperatur und des Wassergehaltes des wiedergewonnenen Sandes gesteuert wird und daß die hinzuzufügende Bindemittelmenge auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes gesteuert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei welchem das hinzuzufügende Wasser Knetwasser zum Aufrechterhalten des Wassergehaltes des Formsandes nach dem Kneten unter Vakuum auf einem vorgegebenen Wert und Kühlwasser zum Kühlen des wiedergewonnenen Sandes aufweist, und wobei die Kühlwassermenge auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes gesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, bei welchen das Bindemittel Bentonit ist.

8. Formsand-Regeneriervorrichtung mit einem Vakuumknettank zum Kneten von wiedergewonnenem Sand unter einem Vakuum eines vorgegebenen Grades,

einem Zuführsystem für wiedergewonnenen Sand zum Zuführen einer vorgegebenen Menge von wiedergewonnenem Sand zum Vakuumknettank, einem Bindemittelzuführsystem zum Zuführen einer vorgegebenen Bindemittelmenge, einem Wasserzuführsystem (10) zum Zuführen einer vorgegebenen Wassermenge zum Vakuum-

knettank, einem Temperaturfassungsmittel zum Erfassen der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, einem Wassergehalterfassungsmittel zum Erfassen des Wassergehaltes des wiedergewonnenen Sandes im Vakuumknettank vor dem Kneten unter Vakuum, und

einem Steuermittel, welches das Wasserzuführsystem steuert, um Wasser in einer Menge zuzuführen, die auf der Grundlage der Temperatur und des Wassergehaltes des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten unter Vakuum bestimmt worden ist, welche von dem Temperaturfassungsmittel und dem Wassergehalterfassungsmittel erfaßt werden ist und das das Bindemittelzuführsystem steuert, um das Bindemittel in einer Menge zuzuführen, die auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem Kneten unter Vakuum bestimmt ist vom Temperaturfassungsmittel bestimmt ist.

9. Verfahren zur Regenerierung von Formsand mit den Schritten

Unterlegen von wiedergewonnenem Sand in einen Vakuumknettank, Hinzufügen von Wasser und Bindemittel zu wiedergewonnenen Sand und Kneten des wiedergewonnenen Sandes, wobei die Verbesserung die Schritte aufweist:

Vorgeben eines Soll-Festigkeitswerts des regenerierten Sandes und Steuern der zum wiedergewonnenen Sand hinzuzufügenden Menge an Wasser und/oder Bindemittel auf der Grundlage der Temperatur des wiedergewonnenen Sandes vor dem

Kneten im Vakuumknettank, so daß regenerierter Sand des Soll-Festigkeitswerts erhalten wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

卷之三

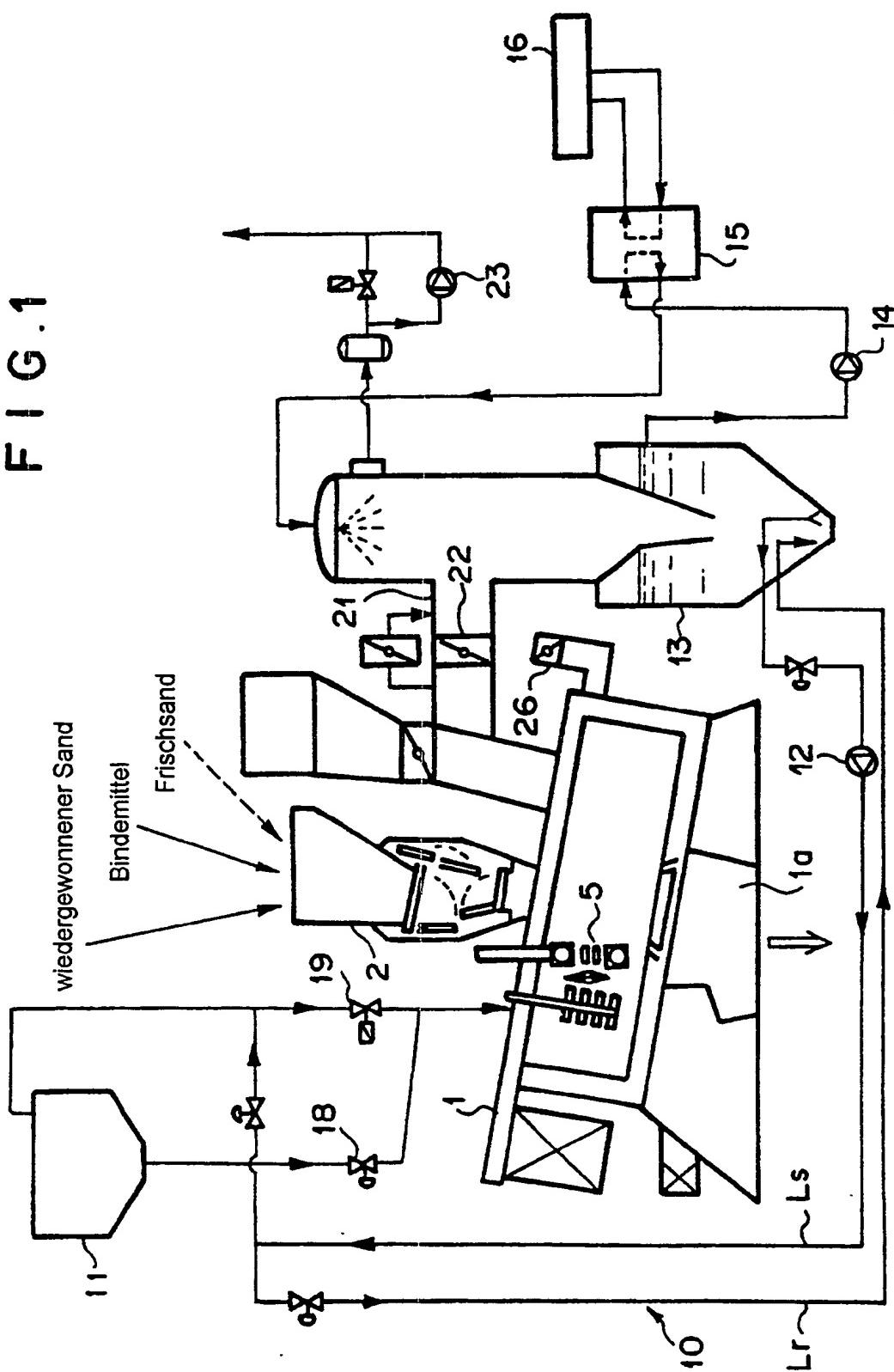


FIG. 2

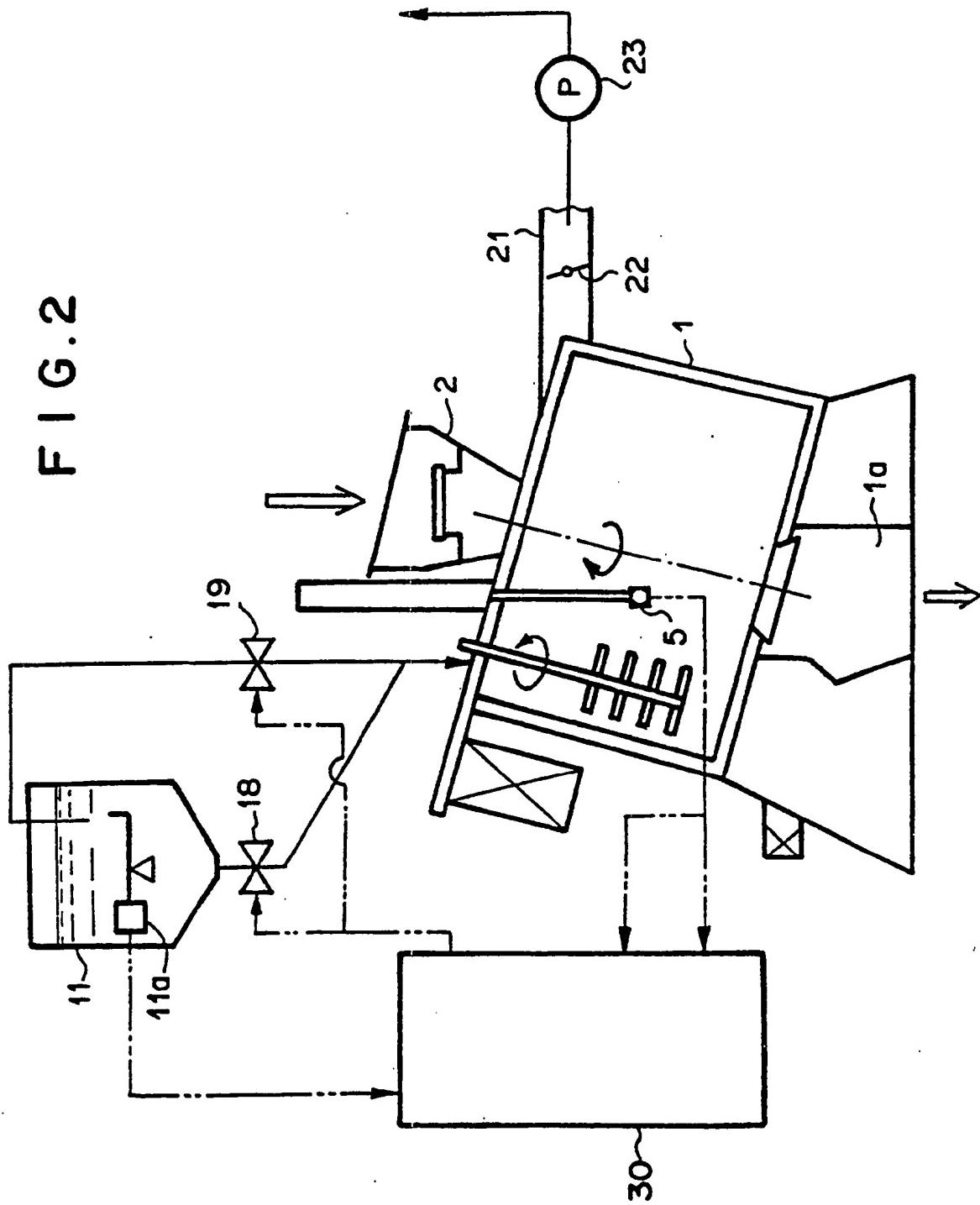
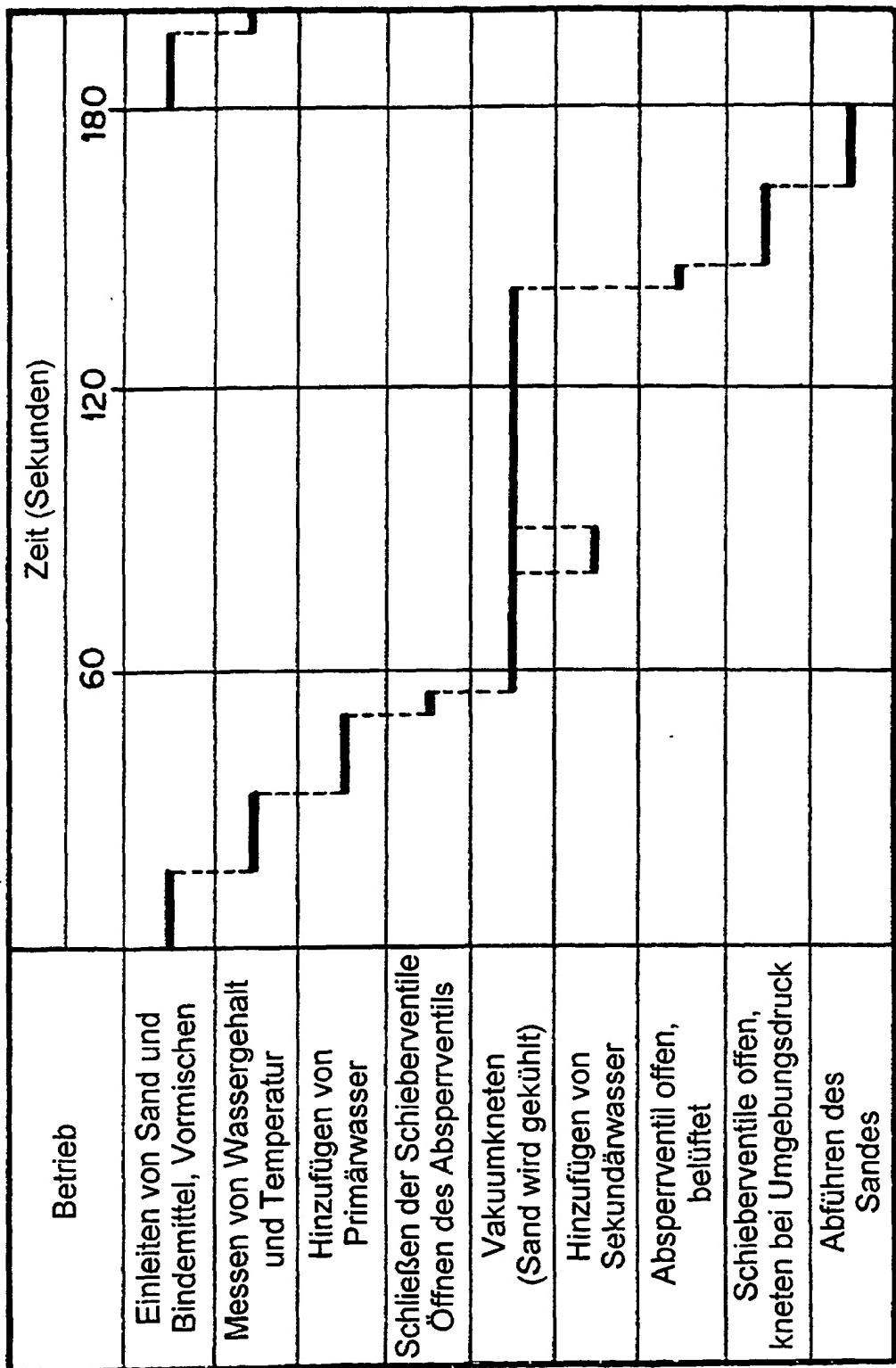
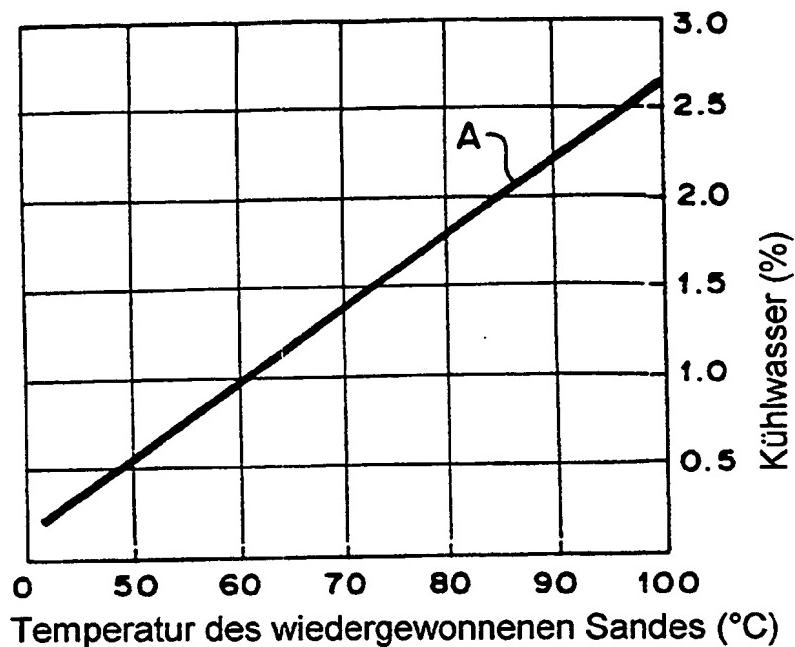


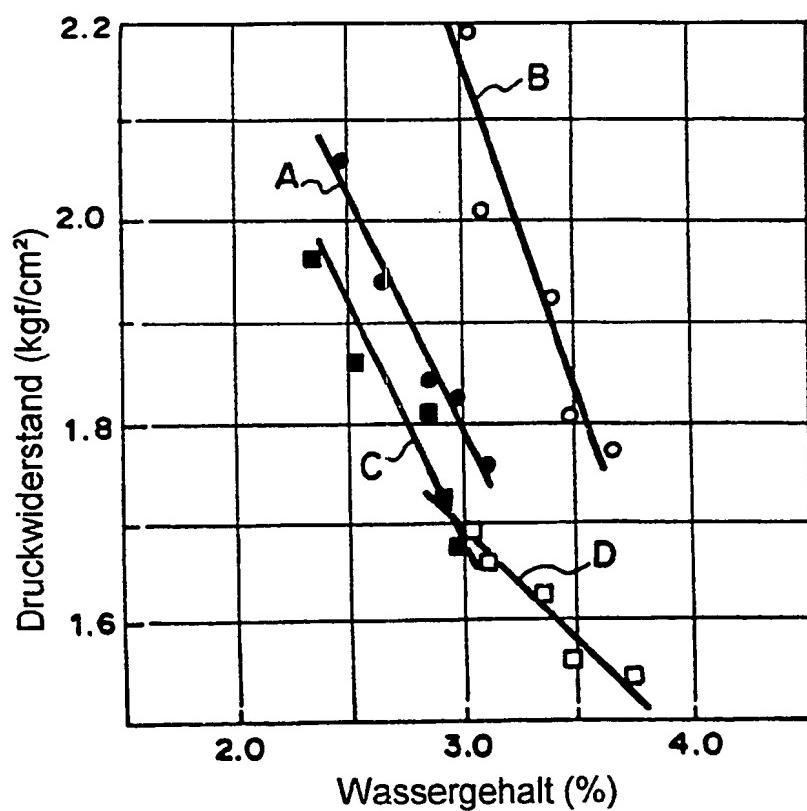
FIG. 3



F I G . 4



F I G . 5



F I G. 6

